

РЕЦЕНЗИЯ

по конкурс за заемане на академичната длъжност “доцент” по професионално направление 4.1. Физически науки, Електрични, магнитни и оптични свойства на кондензираната материя, обявен в ДВ бр.31 от април 2017г., за нуждите на СУ ФФ, Катедра „Физика на кондензираната материя“, с единствен кандидат **гл.ас. д-р Светослав Стойчев Иванов.**

Рецензент: **проф. дфн Светослав Рашев Славов** от ИФТТ БАН.

На конкурса се представя един кандидат, който отговаря на всички законови изисквания. Трудовете и резултатите на кандидата напълно съответстват на тематиката на конкурса.

Кратки данни от творческата биография на Светослав Иванов.

С. Иванов е завършил през 1996г. с отличен успех Английската гимназия в Стара Загора и през 2006г. с отличен успех висше образование (Магистър) по специалността “Теоретична и математическа физика” във ФФ на СУ “Св. Кл. Охридски”. След това е започнал работа като редовен докторант към катедра „Теоретична физика” на тема „Квантов контрол и обработка на информация в атоми и молекули” под ръководството на проф. Н. Витанов, защитена успешно през 2011г. Още през годините 1998-1999 той е преподавал лекции и семинари за гимназисти в астрономическата обсерватория и планетариум в Стара Загора. През 2001г. е работил в Центъра за космически изследвания към Полската академия на науките. По време и след защитата на докторската си дисертация е осъществил редица работни посещения: 2009г. - Касел, Германия; 2010г. – Лийдс, Великобритания и Бургундски университет, Франция; 2012-2013г. – група по квантова оптика и квантова информация, Сейнт Андрюз, Шотландия; 2013г. – група по експериментална квантова оптика, Университет Зиген, Германия; 2015г. – Сингапурски университет за технологии и дизайн; 2015-2016г. – Институт по приложна физика, Технически университет на Дармщат, Германия. От 2011г. и досега е член на Комисия към Министерството на образованието и науката за изготвяне на задачи за олимпиади по физика и астрономия. През 2013г. започва работа като асистент във ФФ на Софийски Университет, катедра „Физика на кондензираната материя“ където работи и досега. Притежава широки и задълбочени компютърни умения и е участвал в редица проекти и

стипендии. От 2005г. досега е докладвал своята работа на 25 международни конференции и съвещания. Има 8 награди и отличия както от международни така и от български институции.

Преглед на представените материали от кандидата.

За участие в конкурса д-р С. Иванов е представил списък и отпечатащи в пълен текст на 20 публикации. 18 от статиите са публикувани в международни специализирани списания със значителен импакт-фактор, като Phys. Rev. A (10 статии), J. Opt. Soc. Am. A, J. Phys. B: At. Molec. Opt. Phys., New. J. Phys., Appl. Opt., Optics. Lett. Останалите 2 статии са публикувани в сборници от научни конференции. Иванов няма самостоятелни статии, а всичките му статии са с по 2 до 6 автори, като най-често срещаната цифра е 3, но в 11 от тях Иванов е първи автор. Общият импакт фактор на публикациите е около 35. Предоставени са данни за 181 независими цитирания на негови публикации от други автори а Н – факторът му е 7.

Приемам за рецензиране като съответстващи на тематиката на конкурса и неприпокриващи се съществено, всичките приложени 20 публикации.

Обща характеристика на дейността на кандидата.

Според изискванията на ФФ, за заемане на академичната длъжност доцент е необходим учебно-преподавателски опит еквивалентен на най-малко 2 години пълна учебна натовареност в СУ а също така ръководство на успешно защитили дипломанти и/или консултиране на успешно защитили докторанти. До момента д-р Иванов има около 7 години трудов стаж по специалността, обаче той не е дал никакви сведения за своята учебна натовареност – какви и колко лекции е чел, какви семинари и упражнения е водил на студенти и никакви сведения за работа с дипломанти и докторанти.

Научно-изследователската дейност на д-р С. Иванов е твърде плодотворна, разнообразна и актуална. Той работи в доста широк кръг от научни области. Основните му резултати са свързани със систематични изследвания върху: (i) развиване на теоретични методи и изследване на квантови системи с различен брой нива, възбуджани от различни по брой, интензитети, честоти и времетраене лазерни импулси; (ii) прилагане на тези техники и методи от квантовата оптика, за изследване на широк кръг от други физични явления, които са трудни за директно теоретично изучаване, но се поддават на анализ на базата на аналогии и

по подобие на описващите ги уравнения с квантово-оптичните процеси; (iii) различни аспекти и елементи на квантови изчисления и квантови компютри;

Важна характеристика на теоретичната работа на д-р Иванов е нейната практичност и тясна обвързаност с експерименталната страна на явленията. Във всички статии се изхожда от експерименталната ситуация и възможности в дадената област, търсят се решения на важни за практиката явления и се предлагат възможни експериментални схеми за проверка на получените теоретични резултати. Има няколко статии в които се съдържат както теоретични така и експериментални резултати, които взаимно се допълват. Очевидно Светослав Иванов е търсен от експериментално работещи групи за теоретична интерпретация на получените резултати.

Основни научни приноси.

В статии A15, A17 и A18 от списъка на публикациите се изследва теоретично взаимодействието на лазерни полета с квантови системи с няколко нива. В работа A18 е намерено аналитично решение на изродения модел на Ландау-Зенер (две нива, всяко от които изродено, се пресичат в някакъв момент от времето). За получаване на аналитичното решение се използва трансформацията на Морис-Шор, която редуцира първоначалната изцяло свързана система до група от независими неизродени системи с две нива и друга група от единични несвързани състояния. Въз основа на изведените уравнения, като илюстрация е разгледан случая за преход между магнитните поднива на две атомни нива с общ ъглов импулс $J=2$ и 1 . По нататък, в работа A17 са пресметнати пропагатора и вероятностите за преход на кохерентно възбудена квантова система с три нива. Изведено е много точно аналитично приближение на динамиката на системата, използвайки отново модела на Ландау-Зенер. Показана е голямата точност на аналитичното приближение, чрез сравняването му с резултатите от числени пресмятания. Резултатите са използвани за оценка на полуширината на профила на възбуждане и на параметрите, необходими за постигане на максимално кохерентна суперпозиция на трите състояния. В работа A15 се съдържа комбинирано експериментално и теоретично изследване на процеса на (резонансно усилена многофотонна) фотойонизация (REMPI) на натриеви атоми, с използване на мощни chirped (с изменяща се с времето честота) фемтосекундни лазерни импулси. Показано е, че чрез промяна на chirp параметъра се постига възбуждане (превключване) на различни канали (системи от състояния) и съответно фотойонизация от различно крайно ниво. Различните фотойонизационни канали

се идентифицират експериментално с помощта на velocity map imaging. Експерименталните резултати са интерпретирани с използването на специално конструиран модел с 5 състояния, който показва че наблюдаваната динамика на процеса се обуславя главно от динамични Щаркови отмествания и процеси на пресичания на нивата на системата.

Друга важна група от работи (А6, А14 от списъка на публикациите) е посветена на използването на математичния апарат развит за квантови системи взаимодействащи с лазерни полета, за изследване на различни физични проблеми от различни други области, въз основа на аналогии и сходство на уравненията, описващи ситемите. В работа А14 е разгледан модела на Джейнс-Къмингс-Хъбард (JCH), който описва масив от свързани кухни, всяка от които съдържа по една атомна система с две нива и един фотон. Според модела на JCH такава система претърпява фазов преход на поляритоните (колективни фотонни и атомни възбуждения), който представлява преход от фотони локализирани в отделните резонатори, към фотони делокализирани и споделени между всички резонатори. Тъй като точното решение на този модел е невъзможно, той може да се анализира на базата на квантова симулация използвайки познатия случай на линеен йонен кристал, където фотоните са заместени с фонони а атомите – с йони. Предложена е експериментална демонстрация на модела на JCH. Тази експериментална демонстрация е вече реализирана от други автори, въз основа на теоретичните резултати от работа А14. В работа А6 е предложена симулация на магнитно-структурен фазов преход (деформация) от типа на Ян-Телер-Дике, отново използвайки математическия апарат за йони в уловка. Моделът е точно решим в термодинамичния граничен случай и числено решим чрез числена диагонализация при не прекалено голям брой йони. Оказва се че използваният модел е изключително подходящ за изучаване на магнитно-структурни фазови преходи в мезоскопска спин-бозонна система.

Друг важен пример за използване на симулации и аналогии от квантовата оптика с практическа цел в класическата оптика, за конструиране на оптични широкоивични ретардери и тесноивични филтри, е разгледан в работи А4, А8, А9 и Б2. В работа А9, въз основа на аналогия с теорията на композитните импулси в квантовата физика, са предложени много ефикасни широкоивични поляризационни конвертори (ретардери), изградени от последователно наредени обикновени полувълнови ретардери (пластини), завъртяни на определени ъгли по отношение на техните главни поляризационни оси. По такъв начин се постига ахроматичност (силно разширяване на спектралния диапазон на действие на ретардерите). Специфичните ъгли на завъртане за всеки от елементите на композитния

ретардер се изчисляват използвайки аналогията и уравненията от квантовата механика и квантовата оптика. При това е постигнато намаление (оптимизиране) на броя на необходимите за ретардера вълнови пластини. В работи А4 и А8 са предложени и експериментално демонстрирани нови типове композитни съвкупности от полувълнови и четвъртвълнови поляризационни ретардери, позволяващи постигането както на ултраширока спектрална работна област, така и на много тясно ивични пренастройваеми филтри. За пресмятане на параметрите на такива сложни системи от класическата оптика (динамиката на поляризационния вектор на Джонс), отново се използват аналогии и сходство на уравненията с тези, описващи кохерентни взаимодействия на светлината с квантови системи. Изработените по такъв начин оптични устройства са с превъзхождащи качества в сравнение с предлаганите на пазара ретардери, изградени от компоненти от различни двулъчепречупващи материали. В Б2 е показано, че при комбинирането на два композитни филтъра, изградени от различен брой и типове вълнови пластини, спектърът на пропускане на филтъра може да бъде стеснен от около 700 nm до около 10 nm.

Най-голям брой статии от списъка на публикациите на д-р С. Иванов са посветени на проблемите на квантовата информатика, квантовите компютри и квантовите пресмятания: А1, А2, А3, А5, А7, А10, А12, А13, А16, Б1. При тези изследвания отново широко се използват симулации, аналогии и уравнения от квантовата оптика и квантовата механика. Работи А1, А7, А13, А16 и Б1 съдържат приноси към някои от най-известните и перспективни квантови алгоритми. В работи А1 и Б1 се разглежда квантовата трансформация на Фурие, използвайки модела на йони в уловка с магнитен градиент, управлявани от микровълново поле. Базирайки се на механизма на едновременното взаимодействие между всички кубити, е постигнато квадратично ускорение на изпълнението на алгоритъма. В работи А7, А13 и А16 се съдържат приноси към някои квантови алгоритми на търсенето, които играят централна роля в квантовите пресмятания. В А7 се предлага схема на реализация на алгоритъма на търсенето в система от кудити – квантови системи с повече нива, в сравнение с кубитите, които имат само две нива. В работи А13 и А16 се използват схеми на квантов процесор от йони в уловка за реализация на квантовия алгоритъм на търсенето на Гровър. Предложените схеми са по-прости и по-ефикасни от дотогава съществуващите. В работи А2, А3 и А10 се предлагат различни реализации на квантови гейтове, които са основни градивни елементи на квантовите алгоритми. В А2 са реализирани композитни гейтове, които позволяват съществено да се редуцира грешката при работата им. Работа А3 предлага схеми за физична реализация на

трикубитните гейтове на Тофоли и Фредкин, които значително опростяват действието и повишават прецизността им. В A10 е предложена схема за създаване на произволен многокубитен НЕ-гейт в йонни уловки.

В работи A5 и A12 се разглежда въпросът за създаване на сплетени квантови състояния, които имат широки приложения в квантовата информатика. В работа A5 е предложен бърз и ефикасен метод за създаване на силно сплетени състояния на йони в уловки, като произволни състояния на Дике и техни суперпозиции, с използването на композитни импулси. При това не е необходимо индивидуално адресиране на йоните, а само глобално. В работа A12 се предлага подобрена схема за генериране на сплетено състояние с висока точност, чрез охлаждане на два атома в оптична кухня с лазерни полета до нейното стационарно състояние.

Значимост на приносите в науката.

Важен и достоверен критерий за значимостта на резултатите на Светослав Иванов е публикуването на статиите в изключително престижни специализирани научни списания, значителното цитиране и практическото използване на неговите резултати и методи от учени, работещи в съответната област. Неговата научна продукция безспорно стимулира работата на други учени и развитието на една интересна и предизвикваща широк интерес фундаментална научна област, с важни потенциални приложения. Д-р С. Иванов е взел и продължава да взема активно участие в работата по научни проекти съвместно с много силни изследователски групи от различни страни като Великобритания, Германия, Франция, а също и от България. Той е търсен и необходим партньор за осъществяване на съвместни научни изследвания с различни учени и изследователски колективи както от България така и от чужбина.

Оценка на личния принос на кандидата.

Личният принос на д-р С. Иванов в тази значителна по обем и по качество научна продукция е безспорен. Въпреки че той няма самостоятелни публикации, неговият принос е очевидно решаващ в значителна част от публикациите, особено в тези, в които името му е поставено на първо място, а такива са 11. Моето мнение е, че д-р Иванов е един изграден високо квалифициран теоретичен физик, който работи активно на много високо ниво в една съвременна и конкурентна научна област. Общото ми убеждение е, че личният принос на д-р

Светослав Иванов в описаната научна продукция е значителен, равностоен и напълно достатъчен за целите на настоящия конкурс.

Заклучение

Въз основа на гореизложеното може да се направи заключението, че научната продукция на д-р Светослав Иванов удовлетворява всички необходими изисквания както на закона така и на съответните правилници, за научното звание доцент. Поради това аз предлагам на Светослав Стойчев Иванов да му бъде присъдено това звание.

София, 20 август, 2017 г.

Рецензент: 

/Проф. дфн С. Рашев/